

ФОТОЕЛЕКТРОКАТАЛІТИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ МЕТИЛОРАНЖУ ОКСИДОМ ТИТАНУ(IV)

Сокольський Г.В.¹, Гаюк Н.В.²

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», 03056, пр. Перемоги 37, м. Київ, Україна

²Білоцерківський національний аграрний університет, 09117 пл. Соборна 8/1,
м. Біла Церква, Україна

gayukn_14@ukr.net, georgii.sokolsky@gmail.com

Останні два десятиліття в світі спостерігається стійкий інтерес щодо дослідження фотодеградації органічних речовин, що відбувається під дією сонячного світла в природних водах. Це пов'язано зі збільшенням антропогенного тиску на навколишнє середовище та пошуку нових каталізаторів для очищення стічних вод.

Особливий практичний інтерес представляють фотокаталітичні властивості напівпровідникових наночастинок TiO_2 , та композитних матеріалів на основі TiO_2 , що дозволяють підвищити ефективність очищення води від токсичних органічних домішок. Відомо, що гетерогенні процеси, що відбуваються на поверхні напівпровідникових матеріалів, до яких належить і титан діоксид TiO_2 , під дією УФ випромінювання призводять до розкладання багатьох органічних сполук. TiO_2 є одним з найбільш активних фотокаталізаторів, що руйнує органічні сполуки до CO_2 і H_2O в присутності УФ-випромінювання.

Механізм утворення фотоактивної поверхні каталізатора включає утворення дірок у валентній зоні (h^+_{VB}) і електронів у зоні провідності (e^-_{CB}) за рахунок поглинання фотона енергії, яка більша або дорівнює ширині забороненої зони ($\geq E_{\text{BG}}$) напівпровідника [1]. У випадку анатазу, ширина забороненої зони якого 3,2 еВ, довжина хвилі повинна бути менше 390 нм ($\lambda < 390$ нм). Сформована електрон-діркова пара має яскраво виражені окисно-відновні властивості і вступає в реакції з молекулами різноманітних сполук, що знаходяться поблизу або на поверхні діоксиду титану [2]. Електрон і дірка можуть рекомбінувати, виділяючи поглинуту енергію у вигляді тепла, або мігрувати до поверхні напівпровідника й ініціювати окисно-відновні реакції з адсорбованими на ньому молекулами води, органічних та інших забруднюючих сполук, що призводить до їх мінералізації.

Для дослідження фотокаталітичної активності наночастинок TiO_2 зі структурою анатазу нами були вибрані водні розчини метилоранжу (МО) внаслідок високої стійкості барвника до дії УФ і видимого світла при відсутності каталізатора і наявності характерного максимуму поглинання при 465 нм (при рН = 7). Метод ЦВА проводили реєстрацію вольтамперних залежностей спочатку у темновому режимі і, послідовно, при включеному джерелі УФ-випромінювання.

Для одержання композитного матеріалу (склад електроліту становить 0,1М HF, 0,7М MnSO_4 , 1,5М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, TiO_2 (Evonik)) використовували метод електроосадження. Електроосаджений композитний матеріал наносили на скло вуглецеву пластину з напиленням за рахунок аерографа, скловуглецевий допоміжний електрод, з розчином МО $9,0 \cdot 10^{-5}$ М. В роботі використовували два режими темних умовах та в умовах УФ-

опромінення. Дослід проводили до зміна забарвлення від концентрації $\text{MO } 9,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ до обезбарвлення.

Враховуючи чітке експоненціальне падіння концентрації MO , а також можливість із загальних міркувань розглядати процес деградації як реакцію першого порядку, нами розглянуто та оцінено кінетичні константи швидкості реакції деградації MO , визначені графічним методом в координатах $\lg C — t$ (Рисунок 1).

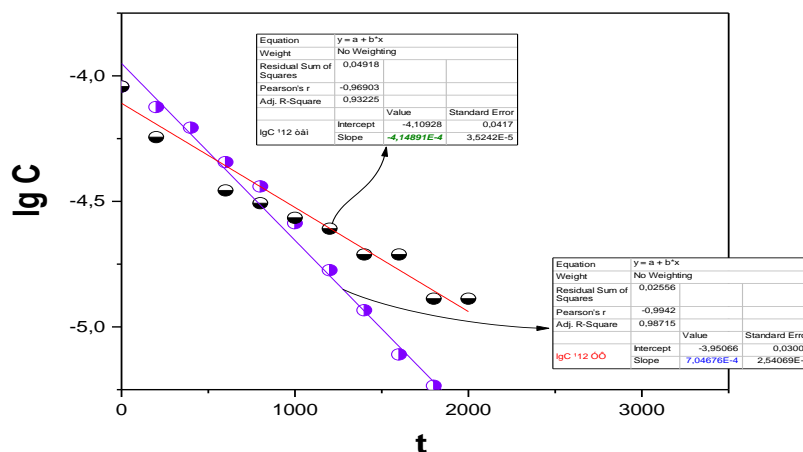


Рис. 1 До визначення кінетичної константи швидкості фотоелектрокаталітичної деградації MO як реакції першого порядку, досліджуваного зразку.

Визначені таким чином константи швидкості для досліджуваного композитного зразку в темних умовах (ультрафіолеті) склали $4,15 (7,05) \cdot 10^{-4} \text{ c}^{-1}$ відповідно.

Слід пов'язувати цей ефект з впливом дефектних позицій Ti^{3+} центрів поверхні внаслідок зменшення ширини забороненої зони напівпровідника. Перспективним варіантом також може бути допування діоксиду титану іншими катіонами, перш за все, манганом. Слід застосовувати композитні матеріали на основі TiO_2 та MnO_2 внаслідок їх взаємодоповнюючих властивостей фотоелектрокаталізатора.

References:

1. Донцова Т.А. Механізм фото каталізу на поверхні TiO_2 / Т.А. Донцова, І.В. Бредихін // Наукові вісті НТУУ «КПІ». –2013. – №3. – С.114-118.
2. Pelaez M. A review on the visible light active titanium dioxide photocatalysts for environmental applications/ M. Pelaez, N.T. Nolan, S.C. Pillai et al.// Appl Catal B. – 2012. – № 125. – P. 331-349. doi:10.1016/j.apcatb.2012.05.036.